



ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Бескорвайный В.В., Драз О.М., Гайдаенко В.А.**

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

Процессы проектирования и реинжиниринга крупномасштабных объектов предполагают решение множества комбинаторных задач их структурной, топологической, параметрической и технологической оптимизации. Для их решения требуется выбор метрики, позволяющей производить сравнение альтернатив и выбор лучшей из них [1]. Так как на множестве противоречивых по Парето альтернатив $X^C = \{x\}$ не существует экстремальной по всем частным критериям $k_1(x), k_2(x), \dots, k_m(x)$ альтернативы $x^o \in X^C$, то задача многокритериальной оптимизации является некорректной по Адамару и нуждается в регуляризации. Конструктивным подходом к решению этой проблемы является формирование на множестве частных критериев многофакторной скалярной оценки, например, в виде функции принадлежности размытому множеству «лучшая альтернатива» (функции общей полезности – ФОП) $P(x)$. Основными задачами в рамках этого подхода являются задачи обоснования вида и структурно-параметрическая идентификация функции $P(x)$ [2].

Наиболее универсальной среди функций для многофакторного оценивания является функция, построенная на основе полинома Колмогорова-Габор (функционального ряда Вольтерра):

$$P(x) = \sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot \xi_i(x) + \sum_{i=1}^m \sum_{j=i}^m \lambda_{ij} \cdot \xi_i(x) \cdot \xi_j(x) + \sum_{i=1}^m \sum_{j=i}^m \sum_{l=j}^m \lambda_{ijl} \cdot \xi_i(x) \cdot \xi_j(x) \cdot \xi_l(x) + \dots, \quad (1)$$

где $\lambda_i, \lambda_{ij}, \lambda_{ijl}$ – весовые коэффициенты частных критериев и их произведений; $\xi_i(x), \xi_j(x), \xi_l(x)$ – функции принадлежности размытому множеству «лучшая альтернатива» по критериям $k_1(x), k_2(x), \dots, k_m(x)$ (функции полезности частных критериев).

Задача идентификации предпочтений лица, принимающего решения (ЛПР), состоит в следующем [3]. ЛПР на подмножестве множества Парето-оптимальных альтернатив $X \subseteq X^C$ по множеству частных критериев $k_i(x), i = \overline{1, m}$ устанавливает их относительную ценность. Она выражена бинарными отношениями строгого предпочтения или эквивалентности и представлена порядком одного из видов:

$$R_S(X) = \{ \langle x_i, x_j \rangle : x_i, x_j \in X, x_i \succ x_j \}; \quad R_S^O(X) : x_k \succ x_l \succ \dots \succ x_n; \quad (2)$$

$$R_E(X) = \{ \langle x_i, x_j \rangle : x_i, x_j \in X, x_i \square x_j \}; \quad R_E^O(X) : x_k \square x_l \square \dots \square x_n. \quad (3)$$

Требуется для установленного ЛПР порядка $R^O(X)$ вида (2) или (3) определить структуру модели многофакторного оценивания $P(x)$ (1) и подобрать



наилучшие значения ее параметров.

Для предпочтений ЛПР в виде (2) на основе отношения $R_S(X)$ в качестве критериев задачи предлагается использовать максимум минимальной разности значений ФОП смежных альтернатив $x_k, x_{k+1} \in R^O(X)$:

$$F(\lambda) = \min_{1 \leq k \leq n_S - 1} \{ P(x_k, \lambda) - P(x_{k+1}, \lambda) \} \rightarrow \max_{\lambda \in \Lambda}, \quad (4)$$

или максимум суммы разностей значений ФОП смежных альтернатив:

$$F(\lambda) = \sum_{k=1}^{n_S-1} \{ P(x_k, \lambda) - P(x_{k+1}, \lambda) \} \rightarrow \max_{\lambda \in \Lambda}, \quad (5)$$

где n_S – мощность установленного порядка альтернатив $R_S^O(X)$; λ – вектор весовых коэффициентов частных критериев и их произведений функции (1); Λ – множество допустимых векторов весовых коэффициентов функции (1), определяемое условиями:

$$\sum_{i=1}^m \lambda_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=i}^m \lambda_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=i}^m \sum_{l=j}^m \lambda_{ijl} + \dots = 1; \quad 0 \leq \lambda_i \leq 1; \quad 0 \leq \lambda_{ij} \leq 1; \quad 0 \leq \lambda_{ijl} \leq 1.$$

Для предпочтений ЛПР в виде отношения эквивалентности $R_E(X)$ (3) в качестве критерия задачи предлагается использовать минимум суммы модулей разности значений ФОП пар альтернатив:

$$F(\lambda) = \sum_{k=1}^{n_E-1} |P(x_k, \lambda) - P(x_{k+1}, \lambda)| \rightarrow \min_{\lambda \in \Lambda}, \quad (6)$$

где n_E – мощность установленного порядка альтернатив $R_E^O(X)$.

Для уменьшения времени и объема требуемой памяти при проектировании и реинжиниринге крупномасштабных объектов предлагается формировать множество компромиссов X^C параллельно с формированием множества допустимых решений, а для анализа ЛПР предъявлять только его незначительную часть, например, только наилучшие альтернативы по каждому из частных критериев $x_i^o = \arg \max_{x \in X^C} k_i(x)$, $i = \overline{1, m}$.

Практическое использование полученных результатов за счет большей обоснованности решений позволит сокращать затраты на создание и эксплуатацию крупномасштабных объектов.

1. Чеботарева, Д. В. Многокритериальная оптимизация проектных решений при планировании сотовых сетей мобильной связи / Д. В. Чеботарева, В. М. Безрук. – Харьков: Компания СМІТ, 2013. – 148 с. 2. Овезгельдыев, О. А. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации / О. А. Овезгельдыев, Э. Г. Петров, К. Э. Петров. – К.: Наукова думка, 2002. – 161 с. 3. Бескорвайный, В. В. Структурно-параметрична ідентифікація моделей багатofакторного оцінювання / В. В. Бескорвайный, И. В. Трофименко // Системи озброєння і військова техніка. – 2006. – № 3 (7). – С. 56 – 59.